

인공사료를 이용한 칠성풀잡자리붙이의 사육

Rearing of a Green Lacewing, *Chrysopa pallens* Rambur,
on Artificial Diets최만영 · 이종진¹ · 이건휘Man-Young Choi, Jong-Jin Lee¹ and Geon Hui Lee

Abstract - An aphid predator, *Chrysopa pallens* Rambur, was reared on the artificial diets containing chicken egg yolk, yeast hydrolysate, brewer's yeast or Vanderzant's vitamin mixture, sucrose and/or bee honey, casein hydrolysate, and cholesterol. On these diets, 20.0 to 70.0% of the 1st instar larvae developed to apparently normal adults depending on diets used. The adults fed on one of these diets which was the most effective laid 230 fertile eggs for her 36 days of adult life span. The nonlipid part of the aphid, *Myzus persicae* Sulzer was thought to be nutritionally more important than the lipid part for the development of the green lacewing.

Key Words - Artificial diet, *Chrysopa pallens* Rambur, Egg yolk

초 록 - 진딧물류의 천적인 칠성풀잡자리붙이(*Chrysopa pallens* Rambur)를 계란의 난황, 효모가 수분해물, 맥주효모 또는 Vanderzant의 비타민혼합물, 설탕과 벌꿀 또는 설탕, 카세인가수분해물, 콜레스테롤로 구성된 인공사료를 이용하여 사육하였다. 인공사료의 조성에 따라 1령유충부터 사육한 결과 20~70%가 정상적인 성충으로 자랐으며, 사육성적이 가장 뛰어났던 인공사료를 성충에 먹였을 때 230개의 수정란을 36일간에 걸쳐 산란하였다. 복숭아혹진딧물의 비지질성분이 지질성분보다 칠성풀잡자리붙이의 발육에 영양원면에서 더 중요한 것으로 나타났다.

검색어 - 인공사료, 칠성풀잡자리붙이, 난황

칠성풀잡자리붙이는 나비목곤충의 유충이나 알, 응애류, 진딧물류, 온실가루이 등 방제가 어려운 많은 종류의 해충을 포식하기 때문에 이들 해충의 생물적방제에 이용이 유망시되는 중요한 토착 천적자원이다(Lee *et al.*, 1993). 환경농업에 대한 관심이 고조되고 안전농산물의 수요가 많아지면서 살충제의 사용량 감소의 필요성이 점점증하고 있으며, 저항성 해충의 출현 등 해충방제를 어렵게 하는 요인이 커짐에 따라 시설재배지 등에서 칠성풀잡자리붙이의 이용가능성이 주목을 받고 있다. 칠성풀잡자리붙이와는 달리 어리줄풀잡자리 등 성충기에 포식성이 아닌 풀잡자리류에 대해서는 인공사육기술 등 많은 연구가 이루어져 왔으며 그 결과가 일부는 실용화되고 있다(Nordlund,

1994). 어리줄풀잡자리를 보리나방(*Sitotroga cerealella*) 알로 사육하는 방법이 확립되어 있으며(Ridgeway *et al.*, 1970), 인공사료를 이용한 사육기술이 개발되고 있고(Hasegawa *et al.*, 1989), 기계설비를 이용한 채란 기술은 산업화되어 있다(Nordlund and Correa, 1995). 수컷 꿀벌 유충의 건조분말(drone honeybee powder)을 이용한 사육법이 모색되었으며(Niijima and Mastuda, 1990) 인공먹이를 개발하거나 효율을 증진시키는 연구가 많이 이루어졌다(Vanderzant, 1969, 1973; Niijima, 1993a, b). 어리줄풀잡자리는 65종의 화학성분으로 구성된 인공사료를 이용해 사육할 수 있으며(Hasegawa *et al.*, 1989), 이 먹이로 칠성풀잡자리붙이 사육도 가능한 것으로 나타나(Niijima, 1989), 이를 이

농촌진흥청 호남농업시험장(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea)

¹ 전북대학교 농생물학과(Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea)

용한 연구를 통하여 칠성풀잠자리붙이의 비타민요구성 (Nijjima, 1993b) 및 아미노산요구성 (Nijjima, 1993a) 은 부분적으로 밝혀져 있다. 그러나 이를 기초로 만들어진 인공사료는 효율이 천연먹이에 비해 현저하게 낮고 세대가 경과할수록 발육지표가 떨어지기 때문에 이를 이용한 상업적 생산 및 대량생산단계까지 발전하지는 못하고 있다. 또한 개별영양소들의 복합적인 관계에 의해 나타나는 영양요구성을 개별영양소를 각각 넣어 만든 인공사료로 해결하기까지는 요원한 실정이다. 한편 Greenberg *et al.* (1994)은 벌꿀, 난황, 식용효모 (food yeast flakes), 이스트가수분해물, 카세인가수분해물을 넣어 만든 인공사료로 줄풀잠자리를 사육하여 *Sitotroga cerealella*로 키웠을 때에 비해 효율은 약간 떨어지나 성충까지 사육하는데 성공하였다. 따라서 본고에서는 줄풀잠자리와 칠성풀잠자리붙이가 유충기에는 유사한 영양요구성을 갖고 있는 점을 고려하여 생물체가 필요로 하는 많은 영양소를 고루 함유하고 있으면서 구입이 용이하고 조제가 간편한 난황 등의 천연물들을 혼합하여 인공사료를 만들고, 한편으로는 난황 및 벌꿀 대신 난알부민 및 설탕을 넣어 인공사료를 만들어 이들의 칠성풀잠자리붙이 발육에 대한 영향을 분석함으로써 칠성풀잠자리붙이의 대량생산기술을 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

칠성풀잠자리붙이 일반사육

전북 익산시 호남농업시험장 시험포장 주변의 망초 및 국화에서 고치상태의 칠성풀잠자리붙이를 채집하여 (1993. 10월) 사육실에서 우화시킨 뒤 목화진딧물과 복숭아혹진딧물을 이용하여 누대사육하면서 필요시 실험곤충으로 이용하였다. 분류는 Nijjima, K. (Tamagawa Univ. Machida-shi, Tokyo, 194 Japan)에 의뢰하여 도우

을 받았다. 사육용기는 유충과 성충 모두 직경 9 cm, 높이 5 cm의 콤팩트샤레를 이용하였고, 용기내부의 과습을 막기 위하여 뚜껑에 지름 3.5 cm의 환기구를 만들어 망을 붙여 통기가 잘 되도록 하였다. 진딧물이 발생한 가지잎 또는 고추잎을 적당한 크기로 잘라 사육용기에 넣어주었고, 2령까지는 20여개체씩, 그이후에는 5개체씩 집단사육하였다. 사육조건은 16L:8D의 광조건, 60~80% R.H., 온도 25±2°C로 하였다.

인공사료조제 및 효율검정

Table 1과 같이 Greenberg (1994)의 사료조성을 변형하여 인공사료를 조제하였다. 인공사료는 아미노산원으로 효모가수분해물과 카세인가수분해물, 당성분으로 벌꿀 및 자당, 비타민원으로 비활성이스트, 활성이스트 및 Vanderzant의 비타민혼합물, 단백질원 및 지방원으로는 난황 및 난알부민을 모두 함께 증류수에 넣고 먹이를 이용하여 교반한 뒤 -20°C에 냉동보존하면서 필요시 이용하였다. 유충발육효율은 직경 6 cm의 일회용 플라스틱용기에 1령부터 고치가 될 때까지 개체사육면서 검정하였다. 먹이는 액체상태로 스폰지 조각(5×5×5 mm)에 적셔서 공급하였다. 습도를 유지하기 위하여 35×40 cm 바트에 사육용기 30개씩을 놓고 물을 적신 솜을 넣어 바트 전체를 랩으로 밀봉하였다. 먹이는 매일 일정한 시간에 교체하고 사육용기는 매 3일마다 교체해 주었다. 처리당 30개체씩 3반복 사육하여 고치형성율, 우화율, 무게 등을 비교하였다. 인공사료와 진딧물의 지질성분이 칠성풀잠자리붙이의 발육에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 20배량의 chloroform (2):methanol (1)을 각각 복숭아혹진딧물과 인공사료(Table 1 사료#1)에 넣고 균질화한 후 2회 추출한 것을 유리섬유여과지에 걸러 잔사를 회수하여 진공냉동건조 하였다. 여과액에는 0.2배량의 증류수를 넣어 20회 천천히 흔든 다음 4°C에서 12시

Table 1. Composition of artificial diets for *C. pallens*

Ingredient	Diet (g/50 ml in D.W.)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
bee honey	5.0	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	-
sucrose	-	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0
yeast hydrolysate	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Brewer's yeast	1.0	1.0	-	1.0	-	1.0	-	-	-
casein hydrolysate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
egg yolk	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	-
egg albumin	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0
vitamin mixture ^a	-	-	-	-	1.0	-	1.0	-	-
yeast inactivated ^b	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	1.0

^a Vanderzant's vitamin mixture, Sigma Co.

^b inactivated by soaking in 90% alcohol for 24 hrs.

Table 2. Diet regimes for analysis of influence of the lipid fractions of aphid and the artificial diet on the development of *C. pallens*

Treatment	Diet regime ^a	
1	aphid L	diet R
2	diet L	aphid R
3	linoleic acid	aphid R
4	linoleic acid	diet R

^a L: lipid fraction (220 mg/10 ml).

R: remained part after lipid extraction (1.5 g/10 ml).

간 정치한 후 chloroform층을 회수하여 회전농축기에서 농축시켜 (35°C) 지방분획으로 하였다. Chloroform층 이외의 분획은 회전농축기로 농축하여 잔사에 혼합하였다. 실험용 사료는 복숭아혹진딧물과 인공사료에서 위의 방법으로 추출한 지질 성분과 리놀산에 각각 지질 추출후에 남은 부분을 Table 2와 같이 교차혼합하여 조제하였다.

결과 및 고찰

인공사료의 효율을 비교해 보면 (Table 3) 난황을 넣어 만든 먹이 (사료#1, 2, 3, 4, 5)를 이용했을 때는 50~90%가 성충까지 발육하였으나, 난황 대신 난황중의 고형성분 비율로 난알부민을 넣어 만든 먹이 (사료#6, 7, 8, 9)를 이용했을 때는 사료#8을 제외하고 성충까지 발육하는 비율이 모두 50%를 넘지 못하였다. 따라서 난황을 넣어줌으로서 칠성풀잡자리붙이 발육이 좋아졌다고 볼 수 있는데, 난황속에는 단백질이 15.5%, 콜레스테롤이 1.1% 정도 함유되어 있고, 엽산 (0.116%)을 포함한 비타민 성분들이 풍부하며 (0.122%), 단백질 및 유리아미노산의 아미노산 조성이 진딧물의 아미노산 조성과 유사 (<http://www.aeb.org/proc/products-table 1. html>)한 것으로 미루어 칠성풀잡자리붙이 발육에 적합했을 것으로 생각된다. 그러나 난황중의 지질 함량이 26.5%로 과다하여 먹이조성 후의 먹이 중 지질농도가 적정농도보다 2배 이상 높아지게 되는데, 지질이 과다하였을 때 나타나는 문제점에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

벌꿀을 넣어 만든 사료#1의 효율이 벌꿀 대신 설탕을 넣어 만든 사료#2에 비해 떨어지는 것으로 나타났는데, 이는 곤충이 일반적으로 잘 이용하는 당성분은 포도당 및 과당과 같이 단순한 형태의 5탄당과 자당이 (Dadd, 1977) 때문에 당의 성분차이보다는 벌꿀의 17%정도가 수분이어서 같은 중량을 넣을 경우 설탕을 넣었을 때에 비해 사료#1의 전체적인 당 함량이 적게 되는데 기인하는 것으로 보인다. 그런데, 설탕과

Table 3. Efficiencies of semidefined diets on the growth of the green lacewing, *C. pallens* under LD 16:8 at 25±2°C

Diet	% Survival		Weight (mg) ^a	
	Cocoon	Adult	Cocoon	Adult
1	83.3	70.0	11.43±1.22bc	8.85±0.93
2	96.3	88.9	11.24±1.13bc	8.34±0.70
3	65.2	59.1	12.84±2.45b	9.80±1.93
4	72.0	68.3	11.97±1.46b	8.35±0.84
5	63.3	50.0	10.43±1.48cd	8.10±1.38
6	65.0	43.5	11.13±1.43bc	8.56±0.39
7	63.3	40.0	10.82±1.45cd	8.34±0.90
8	73.9	69.6	11.72±2.12b	8.59±1.90
9	50.0	20.0	9.28±1.65e	7.80±0.42
control ^b	90.0	86.7	20.40±1.10a	15.90±0.70

30 larvae were reared per diet and replicated three times.

^a Data followed with the same letter in each column are not significantly different at p<0.05 using DMRT.

^b *Aphis gossypii* were used as prey.

벌꿀을 반반씩 넣어 만든 사료#4의 효율을 보면 설탕 혹은 벌꿀만을 넣어 만든 사료#1과 사료#2에 비해 생존율은 떨어지나 무게는 오히려 증가하는 경향을 보여 특이하였다. 그러나 난황 대신 난알부민을 넣어 만든 사료#8과 사료#9의 경우 난황으로부터 공급되는 미지의 영양소가 공급되지 않았다고 가정하면 사료#8의 효과가 사료#9에 비해 좋았던 것은 벌꿀로부터 부족한 영양소의 일부가 공급되었기 때문이라고 생각된다. 벌꿀에는 밀원식물에 따라 차이가 있으나 포도당과 과당이 각각 30~40%, 서당이 2~3%, 비타민C를 포함한 많은 종류의 비타민과 무기이온이 함유되어 있다 (Kim, 1984). 탄수화물은 아미노산 또는 단백질과 함께 곤충이 가장 많이 필요로 하는 영양소이며 이들 사이의 비율이 중요하다. 칠성풀잡자리붙이의 경우 이 비율이 1:1일 때 가장 좋은 것으로 밝혀져 있는데 (Nijima, 1989), 본 시험에서 이용된 인공사료의 경우 당과 아미노산의 비율이 대략 1:1이 되도록 조제되었다.

활성이스트와 비활성이스트의 효과를 비교해 보면 활성이스트를 넣은 사료#4에서는 성충까지 발육하는 비율이 68.3%로 비활성이스트를 넣은 사료#3의 59.2%에 비해 9.2% 정도 높게 나타났다. 이스트 대신 Vanderzant의 비타민혼합물을 넣은 사료#5를 이용한 경우에는 50.0%가 성충까지 발육하여 난황을 넣어 만든 먹이 중에서는 가장 효율이 낮았다. 일반적으로 이스트 또는 이스트추출물은 미지의 영양소나 비타민을 보충해 주기 위해 자주 이용되는데 (Vanderzant, 1974; Hasegawa *et al.*, 1989), 난황 및 벌꿀로부터 공급되는 비타민의 부족량을 이스트가 보충해 주는 효과

를 나타내어 사료#4 및 사료#3의 효과가 이스트 대신 비타민혼합물을 넣어 만든 사료#5에 비해 좋아진 것으로 보이며, 특히 활성이스트를 넣어준 사료#4의 효과가 좋았던 것은 발효작용으로 먹이중에 유기산과 같은 특정 영양소가 생긴 것이 원인일 것으로 추측되나 이를 명확히 하기 위해서는 먹이조제 및 공급후의 경과시간에 따른 성분변화를 분석하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Nijjima (1989)는 holidic diet를 이용하여 칠성폴잡자리붙이를 사육하고, 무게가 12.7 ± 2.4 mg (우)로 진딧물 (*Lachnus tropicalis*)을 이용했을 때 (23.8 ± 0.4 mg)에 비해 크게 줄었으며, 발육기간 (34.5 ± 2.9 일, 용기간 포함)이 10일 정도 길어졌으나 생존율 (79%)은 오히려 높았다고 보고하였는데, 이는 영양성분의 차이보다는 먹이의 물리적 특성에 기인하여 나타난 결과일 것이라고 고찰하였다. 진딧물에 함유된 영양성분에 기초하여 조제한 Nijjima (1989)의 인공사료 (CDH) 성분과 본 실험의 사료#2 (D2)를 비교해 보면, 당과 아미노산의 전체적 비율이 모두 1:1에 가깝지만 CDH에는 8.7% 함유되어 있는 trehalose가 D2에는 함유되어 있지 않은데, trehalose는 곤충의 혈림프에 있는 주요 당 성분이지만 칠성폴잡자리붙이의 발육에는 영향이 없다고 보고되어 있다 (Nijjima, 1989). 지방산의 조성은 D2에 전체적으로 많이 함유되어 있고 특히 팔미트산, 스테아르산, 리놀산의 함량이 많으며 유기산 함량은 알 수 없으나, 칠성폴잡자리붙이의 발육에 유기산과 지방산은 중요하지 않은 것으로 보고되어 있어 (Nijjima, 1989), 지방산과 유기산의 함량은 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 그러나 어리줄폴잡자리가 지용성비타민과 지방산을 필요로 한다는 보고 (Hasegawa *et al.*, 1989)가 있음을 고려하면 난황으로부터 공급되는 지방산이 칠성폴잡자리붙이의 발육을 좋게 하는데 어느 정도는 기여했을 것으로 사료된다. 비타민 함량의 경우에는 D2의 엽화콜린의 함량이 명확하지 않으나 난황에 많은 양이 함유되어 있으며, 그 밖에 칠성폴잡자리붙이의 발육에 필수적인 것으로 보

고된 이노시톨, 비타민B1, 비타민B2, 니코틴산, 비타민B6, 판토텐산, 비오틴, 코발라민 등의 함량은 CDH와 D2가 비슷한 것으로 나타나고 있다. 아미노산의 조성은 D2의 aspartic acid, glutamic acid, β -alanine, γ -aminobutyric acid의 함량이 명확하지 않으나 이들은 칠성폴잡자리붙이의 발육에 필수적인 아미노산이 아니라는 것이 밝혀져 있고 (Nijjima, 1993a), 전체적으로 CDH와 비슷한 조성을 나타내고 있어서 D2의 아미노산 조성이 칠성폴잡자리붙이의 발육에 적합하다고 할 수 있다.

진딧물과 인공사료 (사료#1 in Table 1)의 지질부분과 지질추출 후 남는 부분 중 어느 부분이 칠성폴잡자리붙이 발육에 보다 중요한가를 비교해 본 결과 (Table 4), 진딧물에서 지질을 추출하고 남는 부분에 인공사료의 지질을 추출하여 넣은 먹이 (처리#2)에서 50개체 중 평균 42개체인 84%가 고치를 형성하고 이중 39개체인 78%가 정상적인 성충으로 우화하였으며, 발육기간도 18.6 ± 1.5 일로 인공사료의 잔사와 진딧물의 지질을 이용해 만든 먹이를 공급한 처리#1의 24.5 ± 1.8 일에 비해 5.9일 짧아졌고, 고치무게도 13.54 ± 2.14 mg으로 처리#1의 12.97 ± 1.43 mg 보다 무거운 것으로 나타나는 등 먹이로서의 효율이 가장 좋았다. 따라서 지질분획보다는 추출 후 남은 잔사에 발육에 필요한 물질이 더 많이 함유되어 있는 것으로 보인다. 인공사료에서 지질을 추출하고 남은 잔사에 지질 성분으로 리놀산을 넣어 만든 먹이를 공급한 경우 (처리#4)에는 고치무게가 11.95 ± 1.92 mg으로 가장 가벼웠고, 발육기간도 29.8 ± 2.3 일로 길어졌으며, 고치형성율도 70%로 낮았고 우화율도 40%로 가장 낮았다. 한편 지질추출 후 남은 진딧물 잔사에 리놀산을 넣은 처리#3은 처리#4에 비해 발육기간이 짧았고, 고치무게도 13.08 ± 0.88 mg으로 현저히 무거운 것으로 나타났다. 스테롤 성분과 다가불포화지방산을 제외한 지질은 곤충발육에 필수적이지 아니며, 불포화지방산 요구성은 리놀레닌산 (18:3)으로 충족될 수 있으나, 리놀산 (18:2)으로는 그렇지 못한 것으로 알려져 있는데 (Tamaki,

Table 4. Development of *C. pallens* reared on the diets containing alternative lipid fractions from the aphid and the artificial diet under LD 16:8 at $25 \pm 2^\circ\text{C}$

Diet ^a	Development time (day)	% Survival		Weight (mg)	
		Cocoon	Adult	Cocoon	Adult
1	24.5 ± 1.8 c	72	56	12.97 ± 1.43 b	8.90 ± 1.62
2	18.6 ± 1.5 a	84	78	13.54 ± 2.14 a	8.95 ± 1.72
3	20.2 ± 1.7 b	76	54	13.08 ± 0.88 ab	9.41 ± 1.83
4	29.8 ± 2.3 d	70	40	11.95 ± 1.92 c	8.14 ± 0.42

50 larvae were tested per diet.

Means followed by same letter are not significantly different using DMRT.

^a Diet compositions are same as in Table 3.

1961), 본 연구에서도 리놀산이 칠성풀잠자리붙이의 발육에 필요한 지질요구성을 충족시키지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 지질 및 유기산이 없어도 칠성풀잠자리붙이는 잘 자라며, 지용성비타민이 결핍되면 사망율이 높아지는 어리줄풀잠자리와는 대조적으로 지용성성분을 에틸에테르로 제거한 꿀벌가루에서도 잘 자란다는 보고(Nijijima, 1989)와 달리 본 연구에서는 리놀산만을 넣은 먹이의 효과가 떨어지는 것으로 나타나는 점이 특이하였다. 일반적으로 곤충의 정상적인 발육을 위해서는 스테롤이 필요하나, 진딧물류와 저장곡물해충 중에는 공생미생물의 도움으로 스테롤을 자체 합성할 수 있는 것들이 많다(Ehrhardt, 1968; Baker, 1974). Hagen and Tassan (1972)의 보고에 따르면 어리줄풀잠자리와 같이 성충기에 포식성이 아닌 풀잠자리류는 대개 공생미생물을 갖고 있을 가능성이 있어서 스테롤을 따로 요구하지 않는 경우가 많다. 그러나, 어리줄풀잠자리나 칠성풀잠자리붙이의 유충기에서 이와 같은 연구사례가 보고된 바 없어서 앞으로 지방산 및 비타민 등의 성장인자에 대한 요구성을 구명하기 위해서는 공생미생물에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

칠성풀잠자리붙이의 인공사료로 본 시험에서 이용된 것들 중 사료#2의 효율이 가장 좋은 것으로 나타났는데, 지금까지의 결과를 종합해보면 단백질 및 아미노산원으로는 난알부민보다는 기타의 영양소가 많이 함유된 난황이 적합하고, 당분으로는 설탕과 벌꿀이 모두 이용될 수 있으나 난황이 함유된 사료에는 설탕만으로 충분하며, 비타민원으로는 활성이스트가 vanderzant의 비타민혼합물이나 비활성이스트에 비해 좋은 것으로 나타났다.

인용문헌

- Baker, J.E. 1974. Differential sterol utilization by larvae of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus granarius*. Ann. Ent. Soc. Amer. 67: 591~594.
- Dadd, R.H. 1977. Qualitative requirements and utilization of nutrients: insects. In Handbook series in nutrition and foods. pp. 305~346. RechCigl, M. eds. CRC press, Cleveland.
- Ehrhardt, P. 1968. Nachweis einer durch symbiontische *Microorganismen* bewirken Sterinsynthese in *Kunstlich ernahrten* Aphiden (Homoptera, Rhynchota, Insecta). Experientia 24: 82~83.
- Greenberg, S.M., D.A. Nordlund, and E.G. King. 1994. Influence of different larval feeding regimes and diet presentation methods on *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) development. J. Entomol. Sci. 29: 518~522.
- Hagen, K.S. and R.L. Tassan. 1972. Exploring nutritional roles of extracellular simbiotes on the reproduction of honeydew feeding adult chrysopids and tephritids. In Insect and Mite Nutrition. Rodriquez, J.G. eds. pp. 323~351. Elsevier, London.
- Hasegawa, M., K. Nijijima, and M. Matsuka. 1989. Rearing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on chemically defined diets. Appl. Ent. Zool. 24(1): 96~102.
- Kim, B.H. 1984. New Apiculture. 218pp. Sunjin press co.
- Lee, G.H., M.Y. Choi, D.H. Kim and C.Y. Hwang. 1993. Ecological characteristics and predatortory capacity of a green lacewing. Annual Report of Agricultural Science, Technology and Experiment (Honam Crop Experiment Station) 734~736.
- Nijijima, K. 1989. Nutritional studies on an aphidophagous chrysopid, *Chrysopa septempunctata* Wasmal. I. Chemically defined diets and general nutritional requirement. Bull. Fac. Agr. Tamagawa Univ. 29: 22~30.
- Nijijima, K. 1993a. Nutritional studies on an aphidophagous chrysopid, *Chrysopa septempunctata* Wasmal. II. Aminoacid requirement for larval development. Appl. Entomol. Zool. 28: 81~87.
- Nijijima, K. 1993b. Nutritional studies on an aphidophagous chrysopid, *Chrysopa septempunctata* Wasmal (Neuroptera: Chrysopidae). III. Vitamin requirement for larval development. Appl. Entomol. Zool. 28(1): 89~95.
- Nijijima K. and Matsuda. 1990. Artificial diets for the mass production of chrysopids (Neuroptera). FFTC Book series, No. 40: 190~198.
- Nordlund, D.A. 1994. Facilities and automation for the mass production of arthropod predators and parasitoids. Bio-control News and Information 4(12): 45~50.
- Nordlund, D.A. and J.A. Correa, 1995. Improvements in the production system for Green Lacewings: An Adult Feeding and Oviposition Unit and Hot Wire Egg Harvesting System. Biological Control 5: 179~188.
- Ridgeway, R.L., R.K. Morrison and M. Badgley. 1970. Mass rearing a green lacewing. J. Econ. Entomol. 63(3): 834~836.
- Tamaki, Y. 1961. Studies on nutrition and metabolism of the smaller tea totrix, *Adoxophyes orana* (Fischer van Rosherstamm). II. An essential factor for adult emergence. Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 5: 58~63.
- Vanderzant, E.S. 1969. An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea*, an insect predator of crop pests. J. Econ. Entomol. 62: 256~257.
- Vanderzant, E.S. 1973. Improvements in rearing diet for *Chrysopa carnea*, and the amino acid requirement for growth. J. Econ. Entomol. 66: 336~338.
- Vanderzant, E.S. 1974. Development, significance, and application of artificial diets for insects. Ann. Rev. Entomol. 19: 139~160.

(1998년 4월 6일 접수, 1999년 2월 25일 수리)